

**ДЕФОРМАЦИЯ РЕЧНЫХ РУСЕЛ – ФАКТОР АВАРИЙНОСТИ НА  
НЕФТЕГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****Е.В. Иванова**

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

По территории Томской и Кемеровской областей проходит магистральный нефтепровод «Александровское – Анжеро-Судженск», который является составной частью трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан». Транспорт углеводородного сырья протекает в сложных природных условиях – высокой заболоченности и густой гидрографической сети. Многочисленные переходы трубопроводов через водные объекты способствуют изношенности материала труб и возникновению утечек углеводородов на поверхность. Обеспечение безаварийной работы нефтегазодобывающих предприятий является одним из важных условий развития территории. Это и определяет актуальность исследования русловых деформаций рек, через которые проходят трубопроводы.

Целью работы является оценка русловой деформации реки Кия за период с 1955 по 1974 года, оценка предельно возможного вертикального размыва русла и прогноз максимально возможных плановых русловых деформаций реки на 25 лет.

Размыв русла реки под трубопроводом приводит к его просадке, что, впоследствии, приводит к отказу. Тяжесть последствий от аварии выражается через соотношение размеров водного объекта и количества попавшей в него нефти [2]. Соблюдение правил строительства и эксплуатации нефтепровода позволяет избежать утечек сырья на поверхность. При проектировании переходов нефтепровода через реки необходима оценка величины горизонтальных и вертикальных деформаций речных русел. Данная задача, в большинстве случаев, решается на основе сравнения поперечных профилей речных русел, составленных в разные годы [1, 5].

При отсутствии данных наблюдений предельно возможные горизонтальные и вертикальные деформации речных русел могут быть определены согласно [4]. Данный метод включает в себя определение ширины русла и максимальной глубины, при которых наблюдаются наибольшие русловые деформации. Для этого: 1) если имеются данные об уровнях воды, глубине, ширине потока, выбираются необходимые уровни воды (от минимального до максимального через определенный шаг). Если необходимое значение уровня воды отсутствует, оно определяется интерполяцией между соседними датами; 2) для каждого уровня определяется значение ширины русла и максимальной глубины, измеренные или интерполированные; 3) также для каждого уровня вычисляется разность максимальных и минимальных значений – амплитуда изменений плановой и вертикальной деформаций русла; 4) максимальные значение амплитуды являются деформацией речного русла.

С учетом этого автором проведена оценка горизонтальной и вертикальной деформации русла на примере реки Кия, через которую проходит трубопровод «Александровское – Анжеро-Судженск». Использовались данные, полученные на государственной сети наблюдений Российской федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Исследуемая река берет начало в Кемеровской области, течет на северо-запад в пределах восточных склонов Кузнецкого Алатау, на территории Томской области впадает в реку Чулым. Питание реки снеговое и дождевое. Замерзание реки происходит в ноябре, вскрытие – в апреле. Территория расположена в юго-

восточной части Западно-Сибирской равнины, характеризуется преобладанием русловых процессов, что приводит к усилению расчлененности рельефа и увеличению твердого стока. Согласно [1], преобладающим типом руслового процесса является свободное и незавершенное меандрирование. Река у г. Мариинска показана на рисунке 1.

Результаты оценки русловых деформаций реки Кия в г. Мариинске и д. Окунеево представлены в таблице 1.

Расчеты показали, что максимальная плановая деформация русла реки Кия варьируется от 11 до 33 метров в районе д. Окунеево и от 16 до 62 метров вблизи г. Мариинска. Вертикальная деформация колеблется в пределах 0,60 – 1,4 метра.

На графиках (рис. 2) видно, что максимальные плановые деформации происходят при уровнях воды в реке приблизительно 150, 500 и 850 метров. Максимальные значения вертикальной деформации русла наблюдаются при различных уровнях воды.

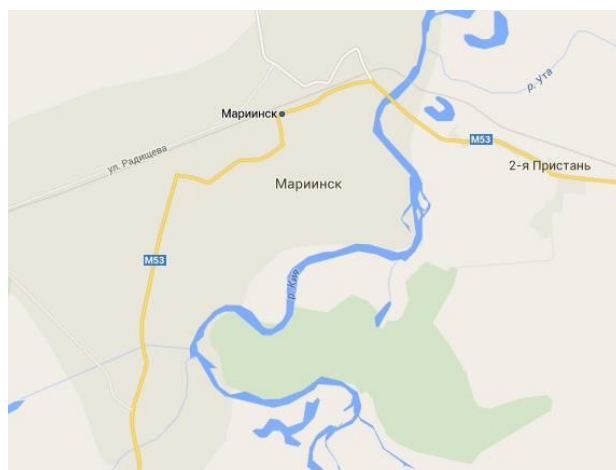


Рисунок 1 – Река Кия - город Мариинск

Таблица 1

*Динамика русловой деформации реки Кия*

Водпост	Уровень воды, м	Максимальная плановая деформация русла $D_{\max}(B)$ , м	Максимальная вертикальная деформация русла $D_{\max}(h)$ , м
р. Кия – д. Окунеево	400	28,250	0,843
	450	33,174	1,300
	500	23,486	1,285
	550	17,552	1,269
	600	11,639	1,252
	650	14,164	0,921
	700	17,688	1,107
	750	20,262	1,045
	800	23,011	1,266
	850	26,765	1,223
	900	27,789	1,348
	950	11,756	0,691

Окончание Таблицы 1

р. Кия – г. Мариинск	100	16,62	0,27
	150	61,88	1,31
	200	53,96	1,36
	250	47,33	1,09
	300	42,22	1,31
	350	25,92	1,31
	400	28,63	0,82
	450	39,17	0,90
	500	49,94	0,79
	550	47,98	0,57

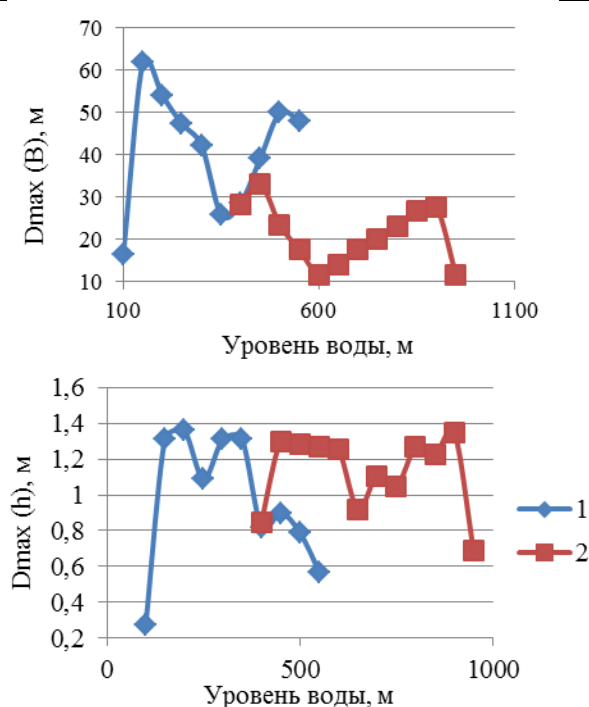


Рисунок 2 – Динамика русловой деформации реки Кия:  
1 - г. Мариинск; 2 - д. Окунеево

Оценка предельно возможного вертикального размыва русла  $Z_{lim}$  и прогноз максимально возможных горизонтальных деформаций русла  $\Delta B(T)$  проведена по формулам:

$$Z_{lim} = Z_{min} - D_{max}(h_{max}) - \delta_h \quad (1)$$

$$\Delta B(T) = T * (D_{max}(B) + \delta_B) \quad (2)$$

где  $Z_{min}$  – отметка дна реки, м;  $T$  – период времени, год;  $\delta_B$  и  $\delta_h$  – погрешности измерения ширины и глубины потока, м.

По подсчетам предельно возможный вертикальный размыв русла через 25 лет составил на отдельных участках до 1,4 метра в Мариинске, до 0,8 метра – в Окунеево. Прогноз максимально возможных плановых деформаций русла показал, что за тот же период в Мариинске деформация составила 830 метров, в Окунеево – 155 метров.

Сравнивая максимальные деформации русла реки Кия с реками таежной зоны Западной Сибири [3, 6], можно сделать вывод, что у исследуемой реки деформация развивается более интенсивно. Это объясняется отсутствием заболоченных территорий, что способствует русловой эрозии, а также торфяных месторождений. Кия более полноводная река, переносит большое количество твердых наносов.

Деформация русел на участках рек с переходами трубопроводов выше, чем на участках, находящихся в естественных условиях. Определение русловых деформаций позволяет более качественно проводить инженерные изыскания с целью проектирования переходов нефтепроводов через водотоки, так как главной задачей проектирования является обеспечение их максимальной сохранности и надежности. Значения плановых деформаций русла варьируются в широких пределах – от 11 до 62 метров, вертикальных – от 0,6 до 1,4 метра. Величина деформации зависит от уровня воды в реке, ширины потока, глубины реки, наличия перехода трубопровода на участке и др. Учет русловых деформаций при проектировании нефтепроводов на реках позволит значительно снизить количество отказов и аварий, и, как следствие, улучшит экологическую обстановку на территории деятельности нефтегазовых предприятий.

#### Литература

1. ВСН 163-83. Ведомственные строительные нормы. Учёт деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госкомгидромет, 1985. – 142 с.
2. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 136 с.
3. Савичев О.Г., Решетько М.В. Методы ориентировочной количественной оценки твердого стока и русловых деформаций для равнинных рек таежной зоны Западной Сибири // Инженерные изыскания. – 2012. – № 1, С. 52 – 56.
4. Савичев О.Г., Решетько М.В. Способ измерения и долгосрочного прогноза деформации речных русел при отсутствии русловых съемок // Патент России № 2468337, 27.11. 2012.
5. Учёт руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. Стандарт организации. СТО ГУ ГГИ 08.29-2009. – СПб.: Нестор-История, 2009. – 184 с.
6. Savichev O. G., Reshetko M. V., Matveenko I. A., Ivanova Ye. V. Evaluation of plain river channel deformation in the absence of observation data // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2015. Vol. 6.

#### ЭМИССИЯ МЕТАНА ВОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Калманович

Научный руководитель старший научный сотрудник Д.Н. Гарькуша  
*Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, Ростов-на-Дону, Россия*

На современном этапе развития цивилизации одной из актуальных экологических проблем является глобальное изменение климата. Климат Земли был всегда изменчив. Основной причиной наблюдаемых климатических пертурбаций, по